

US

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2003年 4月11日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-107644  
Application Number:

(ST. 10/C): [JP 2003-107644]

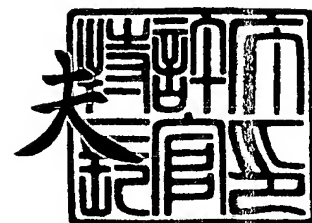
願 人 日本電気株式会社  
Applicant(s): 株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年 4月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3030034

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403276

【提出日】 平成15年 4月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/24

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 山中 豊

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 岩永 敏明

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 井出 達徳

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

    【氏名】 能弾 長作

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

    【氏名】 柏原 裕

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

    【氏名】 小川 昭人

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

**【氏名】** 松丸 祐晃

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000004237

**【氏名又は名称】** 日本電気株式会社

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000003078

**【氏名又は名称】** 株式会社東芝

**【代理人】**

**【識別番号】** 100071272

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 後藤 洋介

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100077838

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 池田 憲保

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 012416

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0018587

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク媒体および光ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スパイラル状の記録トラックが形成された、円盤状の光ディスク媒体において、半径方向に分割してデータ記録エリアとシステム情報記録エリアが設定されており、前記データ記録エリアは、記録または再生するデータの最短ピット長  $L_1$  が、記録再生に使用する光源波長  $\lambda$  と対物レンズの開口数  $NA$  を用いて、 $L_1 < 0.35 \times \lambda / NA$  の関係を満足し、さらに PRML における品質評価指標として定義する PRSNR 値が、14 以上であり、前記システム情報記録エリアは、再生専用のデータの最短ピット長  $L_2$  が、 $L_2 > 0.50 \times \lambda / NA$  の関係を満足し、かつ、システム情報記録エリアのトラックピッチは、データ記録エリアのトラックピッチよりも広いことを特徴とする光ディスク媒体。

【請求項 2】 前記システム情報記録エリアはデータ記録エリアの内周側に設定されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の光ディスク媒体。

【請求項 3】 前記システム情報記録エリアの最短ピット長は、データ記録エリアの最短ピット長の略整数倍に設定されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の光ディスク媒体。

【請求項 4】 特定の記録密度と半径位置にシステム情報記録エリアが設定されている光ディスク媒体において、データ記録エリアが、再生専用型、追加記録型、書き換え型の 3 種類のいずれかであり、システム情報記録エリアにこの 3 種類のいずれであるかが記載されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の光ディスク媒体。

【請求項 5】 半径方向に分割してデータ記録エリアとシステム情報記録エリアが設定されており、データ記録エリアは、記録再生するデータ、または再生専用のデータの最短ピット長  $L_1$  が、記録再生に使用する光源波長  $\lambda$  と対物レンズの開口数  $NA$  を用いて、 $L_1 < 0.35 \lambda / NA$  の関係を満足し、さらに PRML における品質評価指標として定義する PRSNR 値が、14 以上であり、システム情報記録エリアは、再生専用のデータの最短ピット長  $L_2$  が、 $L_2 > 0.50 \lambda / NA$  の関係を満足する、2 つの記録エリアを有する光ディスク媒体を記

録または再生する光ディスク装置において、

前記システム情報記録エリアでは2値等化によって記録データの再生を行い、  
前記データ記録エリアではパーシャルレスポンス等化によって記録データの再生を行うことを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光の微小スポットを用いて情報の記録再生をおこなう光ディスク媒体および、その記録再生のための光ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光記録では、対物レンズを用いて微小スポットを光ディスク記録面に形成して、情報の記録や再生を行う。この微小スポットの大きさと、記録面に形成する記録ピットの長さによって、記録再生特性は決まってくる。

【0003】

スポットの大きさは、光源の波長 $\lambda$ に比例し、対物レンズの開口数NAに反比例することが知られている。光ディスクに形成されている記録ピットの周期が小さくなると、対物レンズからの反射光の変動として得られる再生信号振幅は次第に小さくなり、 $0.5 \times \lambda / NA$ においてカットオフとなり振幅が0になる。

【0004】

図7は、光ディスクにおけるピット周期と再生信号振幅の関係を示す図である。

【0005】

ピットの前端や後端が符号化データ列の1と0の切り替わり目に対応する、大方の光ディスクの記録方式では、最短のピット長さと、最短のピットとピットの間の長さは同じとなる。したがって、図7で示すピット周期の半分がピット長となる。この場合は、カットオフのピット長さは、 $0.25 \times \lambda / NA$ となる。

【0006】

CDやDVDなど、従来広く用いられてきた光ディスクにおいては、再生信号

を2値等化して、適当なスライスでピットの有無を判定することで、データの再生を行っている。従って、最短ピットにおける再生信号の振幅がある程度無いと、十分な再生データの信頼性が確保できなかった。

#### 【0007】

図8は、最短ピット長と再生信号のエラーレートを実測した例である。図8の破線で示す従来の例は、2値等化によってデータ再生を行った場合であり、 $0.35\lambda/NA$ よりピット長が小さくなると、エラーレートが急速に悪化する事がわかる。一点差線は、実用的に許容できるエラーレートの目安である。これより、従来の2値等化における実用的な最短ピット長の限界は、 $0.35\lambda/NA$ 程度となる。例えば、DVDでは、 $0.37\lambda/NA$ 程度が用いられている。

#### 【0008】

近年、更なる光ディスク記録の高密度化を目指す技術として、PRML (Partial-Response Maximum-Likelihood) と呼ばれる再生信号検出方法が導入され始めた。これは、再生信号を単純な2値信号へ等化するのではなく、パーシャルレスポンス等化と呼ばれる多値の信号への等化を行うことを特徴とする。例えば、図9は、PR (1, 2, 2, 2, 1) と呼ばれるパーシャルレスポンスのクラスへの波形等化を行った場合の再生信号波形の例である。このクラスでは、図中の多値等化レベル5の矢印で示す9値のレベルへの等化が行なわれる。さらにこの多値レベル間の時間遷移の規則性により、ビタビ復号でもっとも確からしいデータ信号系列へと復調する。このため、最短ピットからの再生信号の振幅が小さな領域でも、十分実用的な再生特性を得ることが出来る。図8の実線に、PRMLを用いた場合の再生エラーレートの実測例を示す。従来技術より、小さなピット長まで良好な特性が得られることが分かる。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、PRMLを用いる場合は、単純な2値ではなく、多値に等化するため、再生信号の振幅値や、等化に用いるフィルタの特性を精密に制御する必要がある。

## 【0010】

光ディスク媒体においては、記録されたデータに関する種々の情報が、システム情報記録エリアと呼ばれるような、一般のデータ記録エリアと分離して設定した領域に記録されていることが多い。この情報として記録データの振幅特性などを記載しておけば、光ディスク装置で再生する場合に、この情報をもとに回路を設定して、安定した記録データの再生が可能となる。

## 【0011】

しかし、これまでの光ディスク媒体のフォーマットにおいては、データ記録エリアの記録密度とほとんど変わらない記録密度条件で、システム情報記録エリアも記録されているため、この領域を読み出す為に、はじめからPRML回路の精密な動作パラメータ設定が必要となり、安定な信号再生を実現するために、ある程度の設定値の試行錯誤をすることを余儀なくされていた。

## 【0012】

そこで、本発明の技術的課題は、上記のような問題を生じことなく、安定な記録再生が実現できる光ディスク媒体および光ディスク装置を提供することにある。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の光ディスク媒体は、スパイラル状の記録トラックが形成された、円盤状の光ディスク媒体において、半径方向に分割してデータ記録エリアとシステム情報記録エリアが設定されており、前記データ記録エリアは、記録または再生するデータの最短ピット長 $L_1$ が、記録再生に使用する光源波長 $\lambda$ と対物レンズの開口数NAを用いて、 $L_1 < 0.35 \times \lambda / NA$ の関係を満足し、さらにPRMLにおける品質評価指標として定義するPRSNR値が、14以上であり、前記システム情報記録エリアは、再生専用のデータの最短ピット長 $L_2$ が、 $L_2 > 0.50 \times \lambda / NA$ の関係を満足し、かつ、システム情報記録エリアのトラックピッチは、データ記録エリアのトラックピッチよりも広いことを特徴とする。

## 【0014】

また、本発明の光ディスク媒体は、前記システム情報記録エリアはデータ記録

エリアの内周側に設定されていることを特徴とする。

【0015】

また、本発明の光ディスク媒体は、前記システム情報記録エリアの最短ピット長は、データ記録エリアの最短ピット長の略整数倍に設定されていることを特徴とする。

【0016】

また、本発明の光ディスク媒体は、特定の記録密度と半径位置にシステム情報記録エリアが設定されている光ディスク媒体において、データ記録エリアが、再生専用型、追加記録型、書き換え型の3種類のいずれかであり、システム情報記録エリアにこの3種類のいずれであるかが記載されていることを特徴とする。

【0017】

また、本発明の光ディスク媒体は、半径方向に分割してデータ記録エリアとシステム情報記録エリアが設定されており、データ記録エリアは、記録再生するデータ、または再生専用のデータの最短ピット長 $L_1$ が、記録再生に使用する光源波長 $\lambda$ と対物レンズの開口数 $NA$ を用いて、 $L_1 < 0.35\lambda/NA$ の関係を満足し、さらにPRMLにおける品質評価指標として定義するPRSNR値が、14以上であり、システム情報記録エリアは、再生専用のデータの最短ピット長 $L_2$ が、 $L_2 > 0.50\lambda/NA$ の関係を満足する、2つの記録エリアを有する光ディスク媒体を記録または再生する光ディスク装置において、前記システム情報記録エリアでは2値等化によって記録データの再生を行い、前記データ記録エリアではパースナルレスポンス等化によって記録データの再生を行うことを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0019】

図1は本発明の実施の形態による光ディスクの概略構成を示す図である。図1を参照すると、光ディスク1には、スパイラル状の記録トラック4が形成されている。また、記録面は半径位置によって、データ記録エリア2とシステム情報記



録エリア3に分けられている。

#### 【0020】

データ記録エリア2については、再生専用型の光ディスク媒体の場合は、エンボスピット列によるデータの記録が行われる。これに対して、追加記録型あるいは書き換え型の光ディスク媒体の場合には、グルーブ構造をもつトラック、あるいは、ランドとグルーブ両方の構造をもつトラック上に記録膜が形成され、光ディスク装置による記録データの書き込みが行われる領域となる。

#### 【0021】

一方、システム情報記録エリア3については、一般の光ディスク装置に対しては、再生専用の領域とする。従って、再生専用型、追加記録型、書き換え型にかかわらず、エンボスピット列によるデータ記録が可能となる。追加記録型、書き換え型の光ディスク媒体では、この領域にも記録膜が形成されることになるが、エンボスピットの再生が出来れば、問題は無い。さらに、エンボスピットではなく、光ディスク媒体の製造側で、記録膜にシステムデータを書き込むことで、システム情報記録エリアを形成することも可能である。

#### 【0022】

このシステム情報記録エリアには、その光ディスク媒体の情報として、データ記録エリアの記録密度や最適再生条件などを記載することが出来る。光ディスク上の設定場所としては、半径方向に区切ってあれば、どこにあってもよいが、比較的媒体の面ぶれが小さく、サーボの引き込み動作がやりやすい、光ディスク内周側に設定するのが望ましい。また、再生専用型、追加記録型、書き換え型にかかわらず、すべての種類の光ディスク媒体で、同じ半径位置にシステム情報記録エリアを設定し、ここに媒体の種類も記録しておけば、光ディスク装置が光ディスク媒体の種類等を判別して記録や再生動作を開始する時間を短縮することが可能となる利点がある。

#### 【0023】

データ記録エリアは、大容量で高密度な記録を実現するために、PRML方式での再生を行うことを前提として、 $0.35 \times \lambda / NA$ 以下の最短記録ピット長とする。例えば、光源波長 $\lambda$ を405nm、対物レンズ開口数NAを0.65と

すると、 $0.2\ \mu\text{m}$ 前後の最短ビット長でのデータ記録を実現することが出来る。記録符号化を検出ウインドマージンが広く、高密度記録に適している（1、7）符号とすると、1ビットデータに対して、1.5ビットの記録チャンネルビットに変換される。さらに、記録トラック上の最短ビット長は2チャンネルビット長となる。この条件で、トラックピッチを $0.34\sim 0.40\ \mu\text{m}$ 程度に設定すると、12cmの光ディスク媒体一面で、15～20GBのデータ記録容量を実現することができる。

#### 【0024】

図2は、（1、7）符号化によるデータ記録エリアの再生信号の例を示す図である。図2を参照すると、最短記録ビットの繰り返しによる信号振幅は、長い記録ビットによる信号の振幅に比べて、10%を切るようなかなり小さな振幅となり、もはや単純な2値等化を行うだけでは、十分な再生データの信頼性を確保することは難しい。この再生信号を、図9に示すような、多値信号へ等化してビタビ復号で再生することで、信頼性の高いデータ再生が可能となる。

#### 【0025】

しかし、あまり最短記録ビット長が短くなりすぎても、良好な再生特性は得られない。そこで、PRMLの信号品質を以下のような指標で定義して、データ記録エリアの品質を保証する。

#### 【0026】

PRMLではビタビ復号と呼ばれるアルゴリズムに基づいてデータの判別が行われる。ビタビ復号では、クロック周期毎に、再生信号の値とパーシャルレスポンス等化で定められる所定の等化レベルとの差の自乗を算出し、各パスに沿ってその自乗和を算出し、自乗和が最小となるパスを選択することによりデータの復号が行われる。

#### 【0027】

ビタビ復号で検出誤りが起きやすいのは、パス間のユークリッド距離が小さい場合である。異なるパス間のユークリッド距離 $d$ は、一方のパスに沿ったデータ列 $b_k$ で定められる多項式を $B(D) = \sum b_k D^k$ 、他方のパスに沿ったデータ列 $c_k$ （ $b_k, c_k$ は1もしくは-1の2値データ）で定められる多項式を $C$ （

$D) = \sum c_k D^k$ 、パーシャルレスポンス等化を規定する多項式  $H(D) = \sum h_k D^k$  として、 $N(D) = (B(D) - C(D)) H(D) = 2 \sum \epsilon_i D^i$  として、 $d^2 = 4 \sum \epsilon_i^2$  で定義される。ここで、 $D$  はクロック時間を単位とする時間遅延演算子を表し、 $h_k$  は所定のパーシャルレスポンス等化特性を表す。パーシャルレスポンス等化特性は、一般に 0 でない  $h_k$  の成分を使用して  $PR(h_0, h_1, h_2, h_3, \dots)$  と記述される。

### 【0028】

パーシャルレスポンスを  $h_0 = 1$ ,  $h_1 = 2$ ,  $h_2 = 1$ ,  $h_3$  以降はすべて 0 (この場合  $PR(1, 2, 1)$  と表現される) とし、データ列  $b_k$  を  $b_0 = 1$ ,  $b_1 = 1$ ,  $b_2 = -1$ ,  $b_3$  以降はすべて  $-1$ 、また、データ列  $c_k$  を  $c_0 = -1$ ,  $c_1 = 1$ ,  $c_2 = 1$ ,  $c_3$  以降はすべて  $-1$  とすると、データ列  $b_k$  に沿ったパスとデータ列  $c_k$  に沿ったパス間のユークリッド距離は、 $N(D) = 2(1 - D^2)(1 + 2D + D^2) = 2 * (1 + 2D - 2D^3 - D^4)$  から  $d^2 = 4 * (1 * 1 + 2 * 2 + 2 * 2 + 1 * 1)$  と求められる (2 値データを表現するのに  $1/0$  の組み合わせを用いる場合と、 $1/-1$  の組み合わせを用いる場合があるが、本明細書では  $1/-1$  の組み合わせを用いている。)。

### 【0029】

パーシャルレスポンス等化の多項式が規定されれば、各々の  $\epsilon_i$  の組み合わせについてパス間のユークリッド距離を算出することができる。なお、光ディスクでは一般に  $d \geq 1$  のラン長制限の記録符号が用いられ、例えば、 $d = 1$  の記録符号の場合、ディスク上には  $2T$  以上の長さのマークが記録される。この制限をユークリッド距離算出において考慮するには、 $\epsilon_i$  の組み合わせについて  $\epsilon_i \epsilon_{i+1} \neq -1$  という制約を課せば良い。すなわち、 $\epsilon_i \epsilon_{i+1} = -1$  を満たすデータ列は例えば、データ列  $b_k$  として、 $(x, 1, -1, y)$ 、データ列  $c_k$  として、 $(x, -1, 1, y)$  が考えられるが、 $d = 1$  の制限下では、 $(1, -1, 1)$  もしくは  $(-1, 1, -1)$  というパターンは禁じられているので、 $x = -1$  もしくは  $y = 1$  の場合にはデータ列  $b_k$  がラン長制限を破るパターン (存在し得ないパターン) となり、また、 $x = 1$  もしくは  $y = -1$  の場合にはデータ列  $c_k$  がラン長制限を破るパターンとなるため、ラン長制限を満たしつつ、 $\epsilon_i \epsilon_{i+1}$

$= -1$  を満足するデータ列  $b_k$ 、 $c_k$  の組み合わせは存在しないこととなる。また、ディスク上に記録されるマークの長さが  $3T$  以上の場合には  $\varepsilon_i \varepsilon_{i+1} \neq -1$ 、かつ、 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+2} \neq -1$  の制約を課せば良い。

### 【0030】

ユークリッド距離が  $d$  の2つのパス間で検出誤りが起こる確率は、例えば、データ列  $b_k$  を基準に考えると、ノイズの影響により  $\sum (y_k - \sum b_{k-i} h_i)^2$  が  $\sum (y_k - \sum c_{k-i} h_i)^2$  より大きくなる確率と等価である。データ列  $b_k$  を基準に考えた場合、 $y_k - \sum b_{k-i} h_i$  は等化誤差であり、また、 $\sum (y_k - \sum b_{k-i} h_i)^2$  と  $\sum (y_k - \sum c_{k-i} h_i)^2$  の大小関係は、 $B(D)H(D)$  と  $C(D)H(D)$  の差で定義される多項式の係数をベクトルの成分と見なしてエラーベクトルを定義し、そのエラーベクトル上に等化誤差を射影して考えても良く、この場合、検出誤りが起こる確率は、エラーベクトル上に射影されたノイズの大きさ（ノイズの分散）が、パス間のユークリッド距離の半分より大きくなる確率で定義されることになる。従って、パス間のユークリッド距離とエラーベクトル上に射影されたノイズの分散の比を算出すれば、信号品質を推定することが可能となる。なお、基準となるデータ列は、記録条件の調整時など事前にデータが分かっている場合にはそのデータ列を、また、データが分からない場合には、確からしいデータである、ビタビ復号器により2値化されたデータを用いれば良い。

### 【0031】

データ列  $b_k$  を  $b_0 = -1$ 、 $b_1 = 1$ 、 $b_2$  以降すべて1、また、データ列  $c_k$  を  $c_0 = 1$ 、 $c_1$  以降もすべて1とすると、 $A(D) = C(D) - B(D) = 2 \sum \alpha_j D^j$  において、 $\alpha_0 = 1$ 、 $\alpha_1$  以降はすべて0となる。例えば、 $H(D)$  として、 $h_0 = 1$ 、 $h_1 = 2$ 、 $h_2 = 2$ 、 $h_3 = 1$  を用いる場合 ( $PR(1, 2, 2, 1)$  に相当)、エラーベクトルを規定する多項式  $N(D) = A(D)H(D) = 2 \sum \varepsilon_i D^i$  の係数  $\varepsilon_i$  は  $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  の順に  $(1, 2, 2, 1)$  となる。したがって、 $PR(1, 2, 2, 1)$  に対して、上記データ列  $b_k$  を上記データ列  $c_k$  と誤る確率は、 $2 * (1, 2, 2, 1)$  上に射影された等化誤差の大きさが2つのパス間のユークリッド距離（この場合は、 $2 * (1 + 2$

$\ast 2 + 2 \ast 2 + 1) \ 1/2)$  の半分より大きくなる確率となる。等化誤差のエラーベクトル上への射影は、下記数 1 式で表されるので、エラーベクトル上に射影されたノイズの分散 CN は、下記数 2 式で表されることとなる。

【 0 0 3 2 】

【数 1】

$$\frac{2 \sum_i \varepsilon_i v_{k+i}}{2 \sqrt{\sum_i \varepsilon_i^2}}$$

【数 2】

$$CN = \frac{\sum_{k=1}^N \left( \sum_i \varepsilon_i v_{k+i} \right)^2}{N \sum_i \varepsilon_i^2}$$

【 0 0 3 3 】

信号振幅に相当する 2 つのパス間のユークリッド距離の半分は、下記数 3 式で示されるものであり、電力に相当するその振幅の自乗 E は、下記数 4 式で示されるものであるので、 $E / CN$  が誤り確率と相関を有する指標として求められる。

【 0 0 3 4 】

【数 3】

$$\sqrt{\sum_i \varepsilon_i^2}$$

【数 4】

$$E = \sum_i \varepsilon_i^2$$

【 0 0 3 5 】

(A (D) 及び N (D) の全体にかかる係数 2 は、計算結果に影響を与えないので、係数 2 を省略して、 $A (D) = \sum \alpha_j D^j$ 、 $N (D) = \sum \varepsilon_i D^i$  として式を算出しても結果は同一である。)

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、クロック周期毎の再生信号の値  $y_k$ 、目標信号生成のための所定のデータ列  $\alpha_k$ 、所定のパーシャルレスポンス特性  $h_k$  に対して、等化誤差を  $v_k = (y_k - \sum \alpha_{k-i} h_i)$ 、クロック時間を単位とする時間遅延演算子を  $D$ 、1, 0, -1 の 3 種類のいずれかの値を取り、かつ、 $\alpha_j \alpha_{j+1} \neq -1$  を満足する係数を  $\alpha_j$  として定義される多項式を  $A(D) = \sum \alpha_j D^j$ 、パーシャルレスポンスを規定する多項式を  $H(D) = \sum h_k D^k$  とし、 $N(D) = A(D)H(D) = \sum \epsilon_i D^i$  で定義される多項式に基づいて、下記の数 5 式で定義される信号品質評価指標値を算出すれば、検出誤りを起こす確率、すなわち再生信号の信号品質を評価することが可能となる。

【0037】

【数 5】

$$PRSNR = \frac{N \left( \sum_i \epsilon_i^2 \right)^2}{\sum_{k=1}^N \left( \sum_i \epsilon_i v_{k+i} \right)^2}$$

【0038】

高密度化に有効な (1-7) 変調方式に基づいて変調されたランダムデータにより実測される PRSNR 値の例を以下示す。波長 405 nm、対物レンズの開口数 (NA) 0.65 の光ヘッドを用いて、種々の記録密度条件による値を測定した。

【0039】

再生波形を PR (1, 2, 2, 2, 1) に等化して、ビットエラーレート (BER) と PRSNR の測定を行った。BER は光ディスクに記録された元データとビタビ復号により 2 値化されたデータとを比較することにより行った。PRSNR は、パーシャルレスポンス等化後の再生波形のクロック周期毎の値を 105 個と、ビタビ復号により 2 値化されたデータとを用いて算出した。

【0040】

(1-7) 変調は  $d \geq 1$  制限の符号であり、PR (1, 2, 2, 2, 1) に対しては、下記表 1 に上げた  $\epsilon_i$  に対してユークリッド距離が小さくなる。下記

表 1 のパターン 1 で識別した  $\varepsilon_i$  の組み合わせ (1 2 2 2 1) は、ビタビ検出で誤りやすい 2 組のデータ列例えば、 $b_k$  : (1 1 1 1 - 1 - 1 . . . ) と  $c_k$  : (- 1 1 1 1 - 1 - 1 . . . ) と、パーシャルレスポンス等化特性 (1 2 2 2 1) から定められるエラーベクトルである。なお、下記表 1 に示したパターン 2 以降の  $\varepsilon_i$  の組み合わせに対しては、2 T のマーク／スペースが連続する回数の上限 (データ列として + 1 + 1 - 1 - 1 が連続する回数の上限 : - 1 - 1 - 1 + 1 + 1 - 1 - 1 - 1 のような場合には 1 回、- 1 - 1 - 1 + 1 + 1 - 1 - 1 + 1 + 1 + 1 のような場合には 2 回と数える) によって、(1, 2, 1) と (- 1, - 2, - 1) の間の 0 の数及び (1, 2, 1) と (1, 2, 1) の間に入る 0 の上限が決まる。すなわち、2 T のマーク／スペースが連続する回数の上限が  $2n + 1$  回の場合、(1, 2, 1) と (- 1, - 2, - 1) の間には最大  $4n + 1$  個の 0 が入り、連続する回数の上限が  $2n + 2$  回の場合には、(1, 2, 1) と (1, 2, 1) の間には最大  $4n + 3$  個の 0 が入ることになるので、その上限までのパターンを考慮して P R S N R を算出すれば良い。下記表 1 には、2 T の連続が最大 5 までの場合の  $\varepsilon_i$  の例を示してある。

### 【0 0 4 1】

なお、下記表 1 に示したパターンと極性が反対のパターン (例えばパターン 1 に対しては、(- 1 - 2 - 2 - 2 - 1) ) も考えられるが、求められる P R S N R の値は同一であるので、決まった極性 (もしくはどちらの極性でもかまわないが、両方を評価する必要はない) のパターンのみ考慮しておけば良い。

### 【0 0 4 2】

【表 1】

$\varepsilon_i$  の組み合わせ例

パターン j	$\varepsilon_i$	$\sum \varepsilon_i^2$
1	1 2 2 2 1	1 4
2	1 2 1 0 - 1 - 2 - 1	1 2
3	1 2 1 0 0 0 1 2 1	1 2
4	1 2 1 0 0 0 0 0 - 1 - 2 - 1	1 2
5	1 2 1 0 0 0 0 0 0 0 1 2 1	1 2
6	1 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 - 1 - 2 - 1	1 2

## 【0 0 4 3】

図 3 に、測定した P R S N R の値と b E R の関係を示す。実際の光ディスクシステムで許容される b E R は  $1 \times 10^{-4}$  程度であるので、P R S N R 値は 1 4 以上が必要であることが求められた。

## 【0 0 4 4】

一方、システム情報記録エリアは、光ディスク装置側での個別の設定があまり必要とならない、単純な 2 値等化による再生が実現できる必要がある。従って、記録密度を十分に落とす必要がある。一般的には、 $0.4 \times \lambda / N A \sim 0.5 \times \lambda / N A$  の最短記録ピット長であれば、短い記録ピットの繰り返しによる信号振幅は、長い記録ピットによる信号の振幅の約 3 0 % 以上を確保できるので十分である。

## 【0 0 4 5】

しかし、再生専用型だけでなく、追加記録型や書き換え型などでも同じような安定な 2 値等化によるデータ再生を行おうとすると、この密度条件では問題が生じる。

## 【0 0 4 6】

再生専用型光ディスク媒体の場合、データ記録エリアと同じように、位相深さが  $1/4$  波長程度のエンボスピットを利用できるので、図 4 (a) に示すように、システム情報記録エリアにおいても、最大 D C レベルに対して、信号の振幅が十分に大きくとることが出来る。一方、追加記録型光ディスク媒体では、データ記録エリアに形成するグルーブ構造は、プッシュプル法によるトラックエラー信号の感度を得るために、位相深さが  $1/8$  波長程度の浅い溝となっている。これと同じ位相深さでシステム情報記録エリアのエンボスピットを形成した場合、図 4 (b) に示すように、最大 D C レベルに対して十分な信号振幅が得られず、D C レベルの変動の影響などで、十分なデータ再生の信頼性を得られない可能性がある。

## 【0 0 4 7】

そこで、本発明では、このような浅いエンボスピットにおいても、十分な再生信号特性が得られる条件を検討し、最短記録ピットが  $0.50 \times \lambda / N A$  以上で



安定した特性が得られることを確認した。この場合、図5に示すように、短い記録ピットの繰り返しによる信号振幅は、長い記録ピットによる信号の振幅の50%以上を常に確保することが出来る。

#### 【0048】

また、信号再生に必要なトラッキングサーボ動作等もさらに安定化させるために、システム情報記録エリアのトラックピッチは、データ記録エリアに比べて広げておく。例えば、データ記録エリアのトラックピッチを $0.4\mu\text{m}$ とした場合、システム情報記録エリアのトラックピッチは $0.68\mu\text{m}$ 程度とすることが出来る。このように設定すれば、例えば、波長 $\lambda$ が $405\text{nm}$ 、対物レンズ開口数NAが0.65の光学系で再生する場合にも、システム情報記録エリアでは、ほとんど隣接トラックからの干渉の影響がなくなり、安定なトラックエラー信号を得られる利点がある。

#### 【0049】

システム情報記録エリアにおける記録符号化は、データ記録エリアと同じでもよいし、異なってもよい。ただ、光ディスク装置側で2種類の符号化をサポートするのが大変であれば、同じであるのが好ましい。

#### 【0050】

さらに、システム情報記録エリアの最短ピット長を、データ記録エリアの最短ピット長に対して、略整数倍に設定しておくことも有効である。こうすれば、2つのエリアをまたがってアクセスしたときに、あまり光ディスク回転数の変更や、再生回路の設定を変更しなくても、信号のクロックを再生するPLLが容易に動作することが出来る利点がある。もちろん、システム情報記録エリアは、再生専用型、追加記録型、書き換え型で、すべて同一の記録線密度、トラックピッチとしておくことが、もっとも有効であるので、ちょうど整数倍でなくても、概略近い値であるだけでもよい。整数倍に対して、30%以下の違いであれば、PLL回路は同じ設定でも十分に動作可能である。

#### 【0051】

図6は、本発明の実施の形態による光ディスク装置の一例を示す図である。図6に示すように、スピンドル6に設置された光ディスク1は、光ヘッド7によっ

て情報の記録または再生が行われる。システム情報記録エリアを再生するときは、2 値等化回路 1 2 によってシステム情報の再生を行う。このシステム情報を用いて、P R M L 回路 1 1 の設定も行う。一方、記録密度の高いデータ記録エリアを再生する場合は、P R M L 回路 1 1 によりパーシャルレスポンス等化を行い、ビタビ復号によりデータ情報を再生する。

## 【 0 0 5 2 】

### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明により、高密度な記録データを持つ光ディスクであっても、システム情報を取得することにより、安定に記録再生を実現することが出来る光ディスク媒体および光ディスク装置とを提供するいことができる。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の実施の形態による光ディスク媒体の概略構成を示す図である。

#### 【図 2】

図 1 の光ディスクのデータ記録エリアの特性例を示す図である。

#### 【図 3】

パーシャルレスポンス等化における信号品質特性を示す図である。

#### 【図 4】

図 1 の光ディスクのシステム情報記録エリアの特性例を示す図である。

#### 【図 5】

本発明のシステム情報記録エリアの特性例を示す図である。

#### 【図 6】

本発明の実施の形態による光ディスク装置の一例を示す図である。

#### 【図 7】

信号再生の特性の説明に供せられる図である。

#### 【図 8】

記録密度特性の説明に供せられる図である。

#### 【図 9】

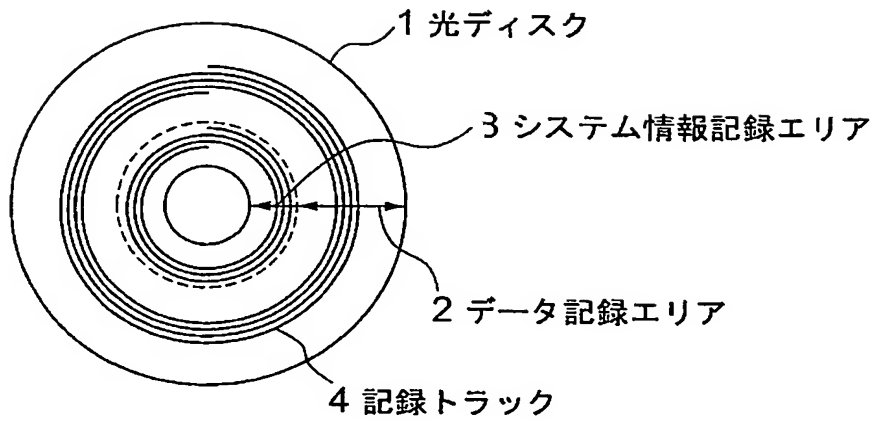
パーシャルレスポンス等化の説明に供せられる図である。

## 【符号の説明】

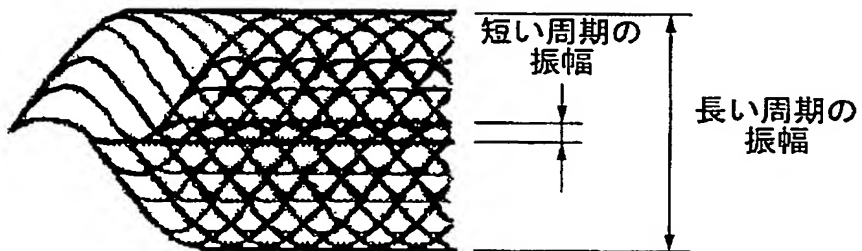
- 1 光ディスク
- 2 データ記録エリア
- 3 システム情報記録エリア
- 4 記録トラック
- 5 多値等化レベル
- 6 スピンドル
- 7 光ヘッド
- 1 1 P R M L 回路
- 1 2 2 値等化回路

【書類名】 図面

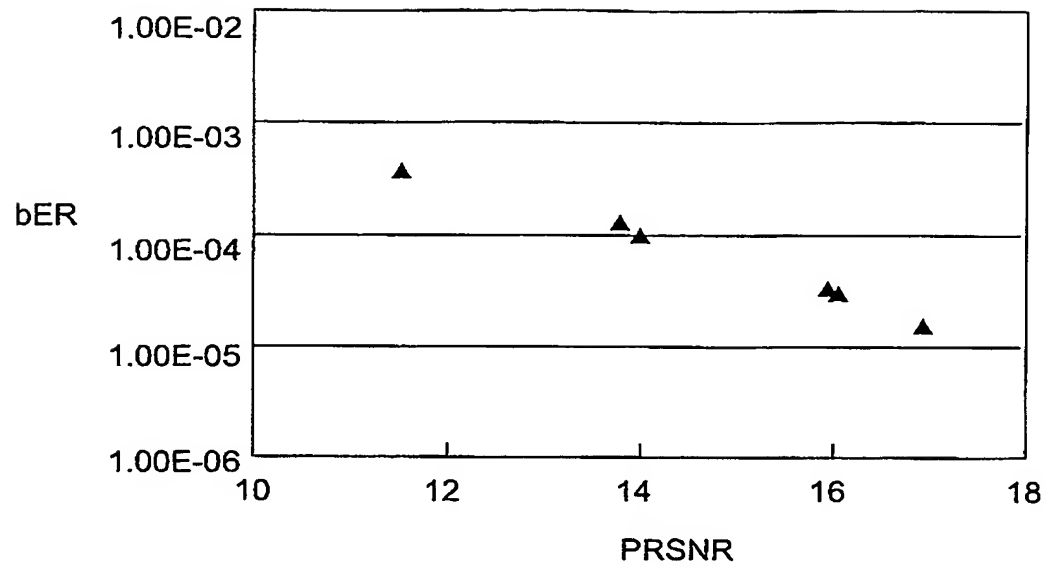
【図 1】



【図 2】

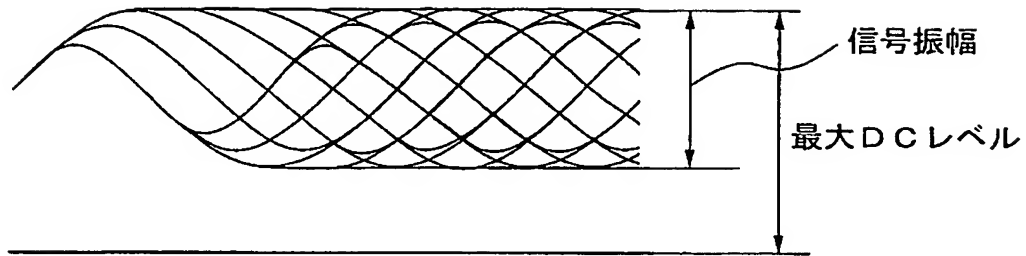


【図 3】

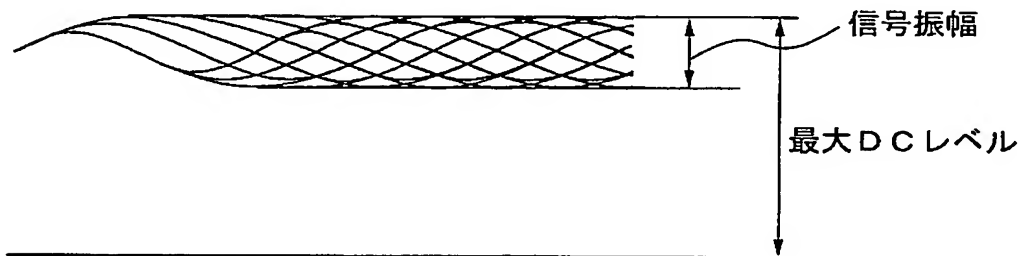


【図 4】

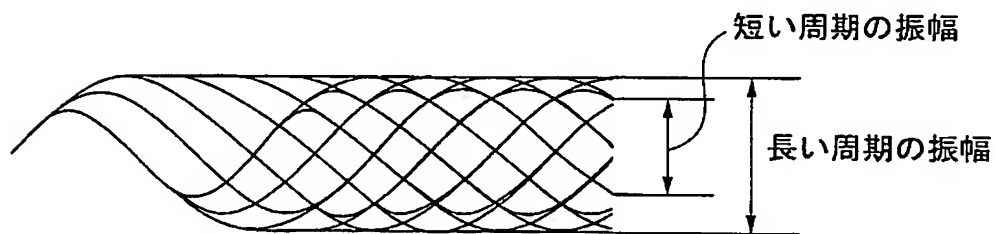
(a)



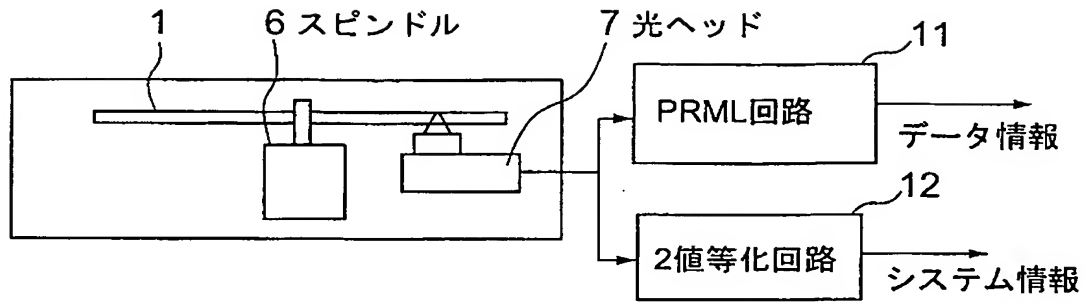
(b)



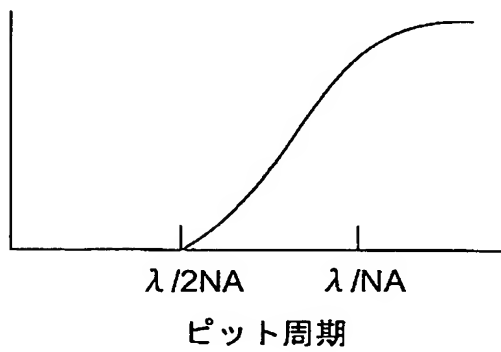
【図 5】



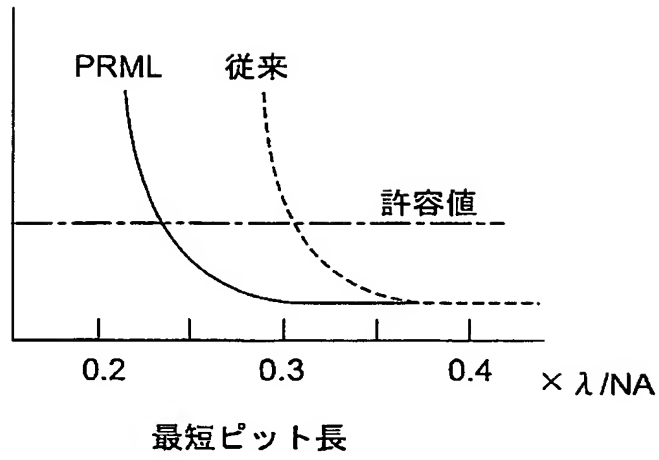
【図 6】



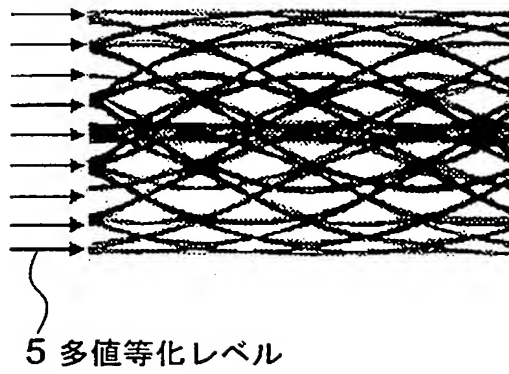
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度化が進み、信号の再生に P R M L 方式を用いる光ディスクにおいて、P R M L 回路が初期設定状態のままでは、安定に情報の再生を行うのが困難であるという欠点を解消する。

【解決手段】 高密度な記録を行うデータ記録エリアとは別に、低密度で容易に 2 値等化再生ができるシステム情報記録エリアを設け、ここに回路設定に必要な情報を記録しておく。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 0 7 6 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 3 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
氏 名	日本電気株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 0 7 6 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝